

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2883117号

(45) 発行日 平成11年(1999) 4月19日

(24) 登録日 平成11年(1999) 2月5日

(51) Int. Cl. ° 識別記号

G01M 15/00

G01L 5/00

F I

G01M 15/00

Z

G01L 5/00

J

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平1-231016

(22) 出願日 平成1年(1989) 9月6日

(65) 公開番号 特開平3-94136

(43) 公開日 平成3年(1991) 4月18日

審査請求日 平成8年(1996) 8月27日

(73) 特許権者 999999999

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 山口 郁夫

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツ  
ダ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松岡 修平

審査官 江成 克己

(56) 参考文献 特開 昭63-61129 (J P, A)

特開 昭57-57235 (J P, A)

特開 昭55-44935 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int. Cl. °, D B名)

G01M 15/00

G01L 5/00

(54) 【発明の名称】 エンジン組付状態検査方法

1

## (57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンのクランク軸をその回転トルクを所定頻度で測定しつつ回転させ、測定トルク値が最小となる前記クランク軸の回転角度を含む所定角度範囲を所定微小回転角度範囲に分割して夫々の微小回転角度範囲に於る測定トルクの平均値を求め、その平均値中の最小のものを最小トルク基準値と比較すると共に、前記所定角度範囲に於る前記微小回転角度範囲の平均値を積算し、該積算値を積算基準値と比較すること、を特徴とするエンジン組付状態検査方法。

【請求項2】 前記所定角度範囲は、ピストンが上死点あるいは下死点にある時の前記クランク軸の角度を含むこと、を特徴とする請求項1に記載のエンジン組付状態検査方法。

【発明の詳細な説明】

2

## [産業上の利用分野]

本発明は、組立途中のエンジンに於る運動系の組み付け状態を検査する、エンジン組付状態検査方法に関する。

## [従来技術及びその課題]

車両のエンジンの組立に際しては、コネクティングロッドとピストンピン及びクランクシャフトのクランクピンの間、クランクシャフトとジャーナルメタルとの間、等の摺動部分に切削屑等のゴミを噛み込んでいると、焼付等の不具合の原因となる為、これらが組み付けられた状態で確認検査する必要がある。

従来、この確認検査作業は、熟練した作業者がクランクシャフトを手で回転させてその回転抵抗を感覚的に感じる官能検査に依存していたものであるが、これでは作業に熟練を要すると共に非能率的である為、現在では、

3

シリンダブロックにクランクシャフト、コネクティングロッド及びピストンといった運動系の部品を組み付けた後、クランクシャフトを回転させてその回転トルクを測定し、この測定された回転トルク値の最大値と最小値を夫々を予め定められた最大基準値及び最小基準値と比較することにより、異常の有無を確認する方法が採られている。

しかし乍ら、ピストンまで組み付けられた状態のクランクシャフトの回転トルクは、回転に伴うピストンリングのビビリ等に起因して変動が大きく、従って、その最大値及び最小値の変動も大きいことから検査精度は作業による官能検査には及ぶべくもない極めて信頼性に乏しいものであった。

#### 〔発明の目的〕

本発明は、上記の如き事情に鑑み、測定トルク値に基いて信頼性の高い検査を行なうことのできるエンジン組付状態検査方法の提供、を目的とする。

#### 〔発明の構成〕

このため、本発明に係るエンジン組付状態検査方法では、エンジンのクランク軸をその回転トルクを所定頻度で測定しつつ回転させ、該測定トルク値が最小となるクランク軸の回転角度を含む所定角度範囲を所定微小回転角度範囲に分割して夫々の微小回転角度範囲に於る測定トルクの平均値を求め、その平均値中の最小のものを最小トルク基準値と比較すると共に、所定角度範囲に於る微小回転角度範囲の平均値を積算し、該積算値を積算基準値と比較すること、を特徴とするものである。

これによれば、微小回転角度範囲に於る測定トルクを平均化することにより、ピストンリングのビビリ等に起因するノイズの影響を排除した実質的な安定したトルク値を得ることができると共に、所定角度範囲内の微小回転角度範囲の平均値を積算して積算基準値と比較することによってトルク値の変化率をも加味した判定ができる。即ち、トルク値のピークの絶対値及びトルク値の変化率の両面から判定することができ、信頼性の高い安定した検査を行なえるものである。

#### 〔発明の実施例〕

以下、本発明の実施例を図面に基いて説明する。

第 1 図に、本発明に係るエンジン組付状態検査方法を用いてエンジンの組付状態を検査する為の検査装置 10 を示す。

図示検査装置 10 は、駆動源である DC モータ 13、トルク検出手段としてのトルクトランスジューサ 11 及び Z 相付きのロータリーエンコーダ 12 とを備えて構成されており、エンジン 1 のクランクシャフト 1A と DC モータ 13 とがギアトレインとトルクトランスジューサ 11 を介して連結されて、ロータリーエンコーダ 12 により測定される回転角と対応して DC モータ 13 によるクランクシャフトの回転トルクを測定できるようになっているものである。

トルクトランスジューサ 11 による測定トルク値、及び

4

ロータリーエンコーダ 12 による測定回転角は CPU を備えた制御装置 20 に入力され、該制御装置 20 内の演算部 21 により演算処理されると共に、判定部 22 で基準値と比較して判定を行なうように構成されている。

以下、当該検査装置 10 を用いて直列 4 気筒のエンジン 1 を検査する場合を例としてその方法を説明する。

直列 4 気筒のエンジン 1 のクランクシャフトを一定速度で回転駆動してそのトルクを測定すると、その回転角度に対するトルク値は、クランクシャフトの回転角度を横軸にとると共に縦軸にトルク値を取ったグラフである第 2 図 (A) に示す如く、180° 毎に低い値を示す曲線を描く。尚、0° は 1 番と 4 番のシリンダのピストン 1P, 4P が上死点にあり、2 番と 3 番のシリンダのピストン 2P, 3P が下死点にある状態である。

これは、クランクシャフトを回転駆動した場合のその回転運動が直線運動（ピストンの往復運動）に変換される効率が最も良い所、即ちコネクティングロッドがクランクピンの周回軌道円の接線方向となる角度でクランクシャフトの回転トルクは最大となり、ピストンが上死点乃至下死点にある時は回転運動を直線運動に変換する効率が最も悪く（死点ではピストンを駆動しない）従ってトルクは最も低くなることによる。第 3 図にクランクシャフトの定速回転時に於るその回転角度とピストンの移動速度との関係のグラフを示すが、このピストンの移動速度の大小とトルク値の増減とは一致することが実験により確かめられている。

直列 4 気筒では、1 番と 4 番のシリンダのピストン 1P, 4P、及び 2 番と 3 番のシリンダのピストン 2P, 3P は、夫々全く同じ位置関係にあると共に、両者はクランクシャフトの回転角で 180° 位相が異なって配置される。

ここで、測定されるトルク値は、ピストンリングの形状に起因する摺動抵抗の違いによりピストンの移動方向によっても異なり（圧縮、排気工程の場合の方が摺動抵抗が少ない）、従って、ピストンの移動方向別に考えると、トルク値は、第 2 図 (B) に 1, 4 番のシリンダのピストン 1P, 4P のみの場合、第 2 図 (C) に 2, 3 番のシリンダのピストン 2P, 3P のみの場合を夫々示す如くなり、前述の第 2 図 (A) は、この両者が合成されたものである。尚、その結果 180° 周期で略同様なトルク曲線が得られるが、クランクシャフトとピストンの位置関係の相違から全く同じ曲線とはならない。

さて、ここで、コネクティングロッドとピストンピン及びクランクシャフトのクランクピンの間、クランクシャフトとジャーナルメタルとの間、等の摺動部分に切削屑等のゴミを噛み込んでいた場合、当然、これに起因してトルク値は大きくなる。

従って、トルクの最小値を基準値と比較することによって異常の有無を確認できるが、第 4 図に実測データを示す如く測定されたトルク値は変動が大きく、単純にそのピーク値を比較したのでは高い検査精度は望めず、そ

の信頼性も低い。尚、第 4 図示のトルク変化を示すグラフはシリンダブロックにクランクシャフト、コネクティングロッド及びピストンを組み付けた状態の直列 4 シリンダのエンジンを、そのクランクシャフトを 20rpm で回転させ、1ms 毎にその回転トルクを測定して得たものである。

そこで、測定対象とする所定角度範囲を、第 5 図に示す如く予め解っているトルク値が最小値を示す回転角度（180° 間隔）を中心とする 5° の範囲とし、更に、測定対象回転角度を、ピストンの位置関係が全く同じ状態となる回転角度を 2 箇所以上として測定する。

即ち、本実施例の直列 4 シリンダの場合では、例えば少なくとも、180°、360°、540° 及び 720° の 4 箇所（第 5 図に A, B, C, D で示す：180° と 540° がピストン 1P, 4P が上死点の時であり、360° と 720° がピストン 2P, 3P が上死点の時である）に於て測定する。

各回転角度に於る測定範囲（5°）は、更に所定微小回転角度範囲として 1° づつに分割され、次にこの 1° 内に於る回転トルクの平均値を算出する。

その結果、各測定角度毎に、夫々 1° 毎の 5 つの平均トルク値（第 4 図に於て各々  $A_1 \sim A_5$ ,  $B_1 \sim B_5$ ,  $C_1 \sim C_5$ ,  $D_1 \sim D_5$  で示す）が得られる。

次に、この 1° 毎の平均トルク値を用いて、第 6 図（A）、（B）にそのフローチャートを示す如く二段階の判定を行なう。

#### 〔判定 I〕

まず、各測定角度毎の 5 つの平均トルク値の内最小（ $A_{MIN}$ ,  $B_{MIN}$ ,  $C_{MIN}$ ,  $D_{MIN}$ ）のものを、同条件の他の角度のものと比較（ $A_{MIN}$  と  $C_{MIN}$ ,  $B_{MIN}$  と  $D_{MIN}$ ）し、このうちの大きい方の値を予め定められた MIN 上限判定基準値： $X_{MAX}$  と比較し、これを超えている場合（大きい場合）には不良（異常有り）として判定する。又、比較の結果の小さい方の値を、予め定められた MIN 下限減判定基準値： $X_{MIN}$  と比較し、これが判定基準値を超えている場合（小さい場合）にも異常有りとして判定する。

即ち、1, 4 番シリンダのピストン 1P, 4P が上死点にある 180° と 540° とで夫々の最小平均値を比較し、2, 3 番シリンダのピストン 2P, 3P が上死点にある 360° と 720° とで夫々の最小平均値を比較して、夫々の大小を決め、夫々判定基準値と比較して良否判定を行なうものである。

つまり、ここでは、所定微小回転角度範囲としての 1° の範囲内の平均トルク値の最小値をノイズ成分を除去した実質的な最低トルクのピーク値と見為し、これを基準値と比較することにより、高い精度で安定した判定を行なうことができるものである。又、ピストン位置が同条件の他の測定位置に於る測定値と比較した上で基準値と比較することにより、異常に周期性がある場合や検査装置に起因する誤検出があった場合でも対応でき、検査の信頼性が向上する。

尚、最小トルク値が MIN 下限減判定基準値より小さい

場合にも異常有りとして判定する理由は、部品（ジャーナルメタルやピストンリング等）の組み付け忘れが考えられるからである。

#### 〔判定 II〕

次に、前述の判定 I で MIN 下限減判定基準値と比較したトルク値を含む回転角度（即ち、測定回転角度に於る平均トルク値の内最小のものが、同条件の他の測定回転角度の平均トルク値の内最小のものより大きい回転角度）に於る 5 つの平均トルク値を全て加算してこの値（例えば  $A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 = A_{TOTAL}$ ）を予め定められた積算基準値： $X_{TOTAL}$  と比較し、該積算基準値： $X_{TOTAL}$  より大きい場合には、不良判定を行なう。

即ち、これによれば、所定角度範囲内に於るノイズ成分が除去された平均トルク値の積算値を基準値と比較判定することにより、実質的には当該範囲内に於るトルク値の変化率を比較できることとなり、単なるピーク値の絶対値の比較のみとは異り、極めて信頼性の高い判定が行なえるものである。

尚、上記実施例では、トルク値が最小値を示すクランクシャフトの角度位置に於るトルク値を基準値と比較したものであるが、これに加えてトルク値が最大値を示すクランクシャフトの角度位置に於るトルク値を同様にして最大基準値と比較しても良く、そうすればより信頼性の高い検査と為し得る。又、実施例は測定対象とする所定角度範囲を 5° とし、所定微小回転角度範囲を 1° とした例であるが、これに限定されるものではない。

更に、実施例では直列 4 シリンダのエンジンの例により説明したが、直列 6 シリンダ等他の型式のエンジンにも適応可能であることは勿論である。

#### 〔発明の効果〕

上記の如き、本発明に係るエンジン組付状態検査方法によれば、ノイズを除去した平均値を用いてピークの絶対値を比較すると共に、所定範囲内に平均値を積算して基準値と比較することにより、近似的にトルク値の変化率を比較することとなり、極めて高精度且つ信頼性の高い検査が可能となるものである。

#### 〔図面の簡単な説明〕

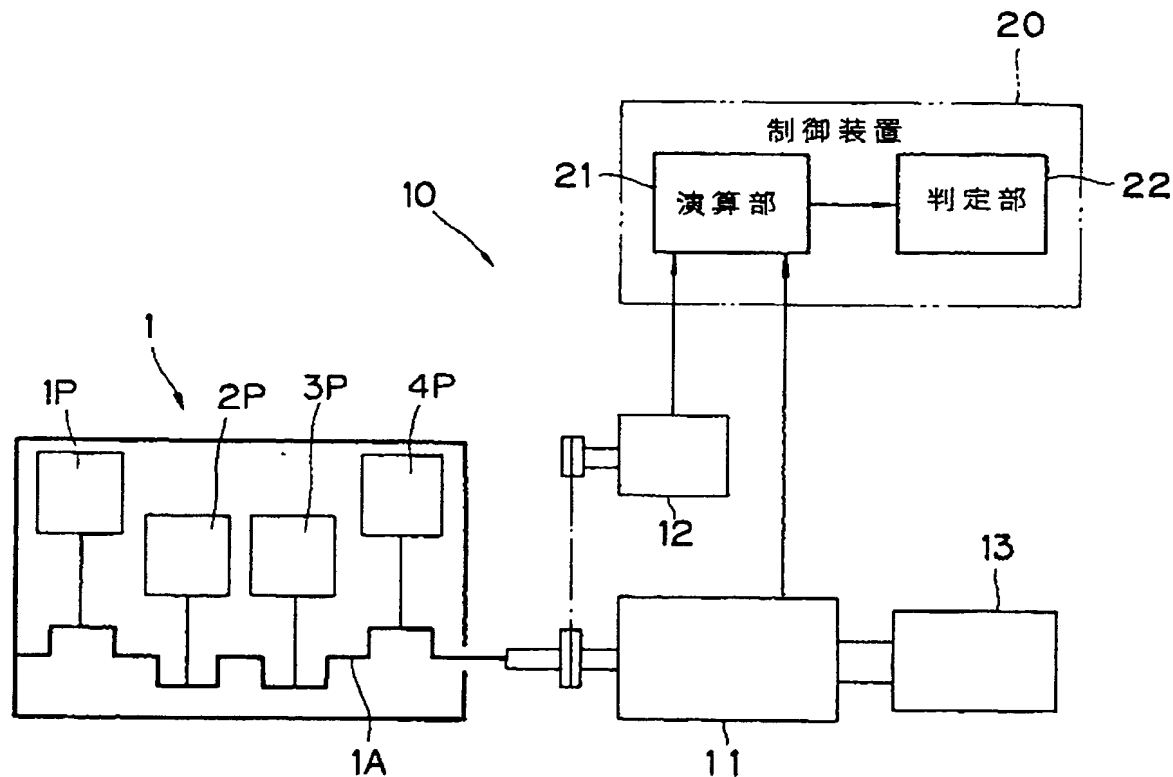
第 1 図は本発明に係るエンジン組付状態検査方法に用いる検査装置の概略構成図、第 2 図（A）は直列 4 シリンダエンジンのクランクシャフトの回転角に対するトルク値変動を示すグラフ、（B）は 1 番及び 4 番シリンダのみとしたクランクシャフトの回転角に対するトルク値変動を示すグラフ、（C）は 1 番及び 4 番シリンダのみとしたクランクシャフトの回転角に対するトルク値変動を示すグラフ、第 3 図はクランクシャフトの定速回転時に於るその回転角度とピストンの移動速度との関係を示すグラフ、第 4 図はトルク測定値を示すグラフ、第 5 図はトルク曲線に対するクランクシャフトの所定角度範囲と所定微小回転角度範囲を示す図、第 6 図（A）は判定 I に係るフローチャート、（B）は判定 II に係るフローチ

ャートである。

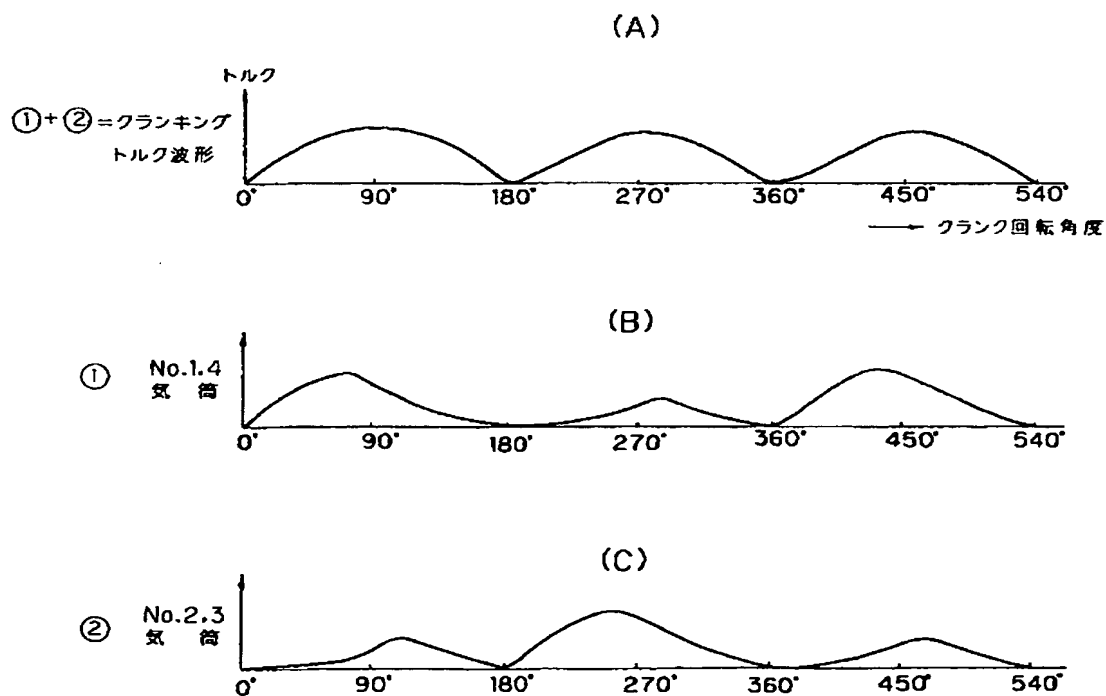
1…エンジン、1A…クランクシャフト、10…検査装置、  
11…トルクトランスジューサ、12…ロータリーエンコー

ダ、13…DCモータ、20…制御装置、21…演算部、22…判  
定部

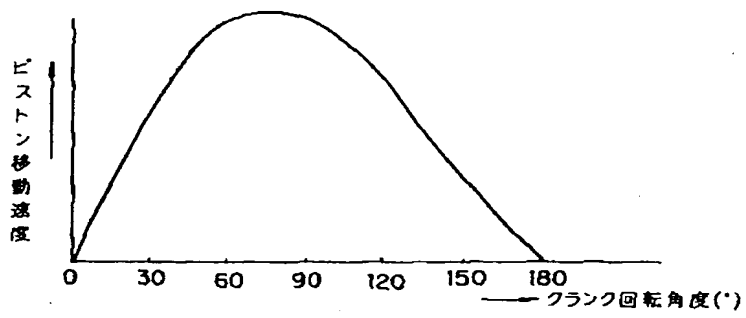
【第1図】



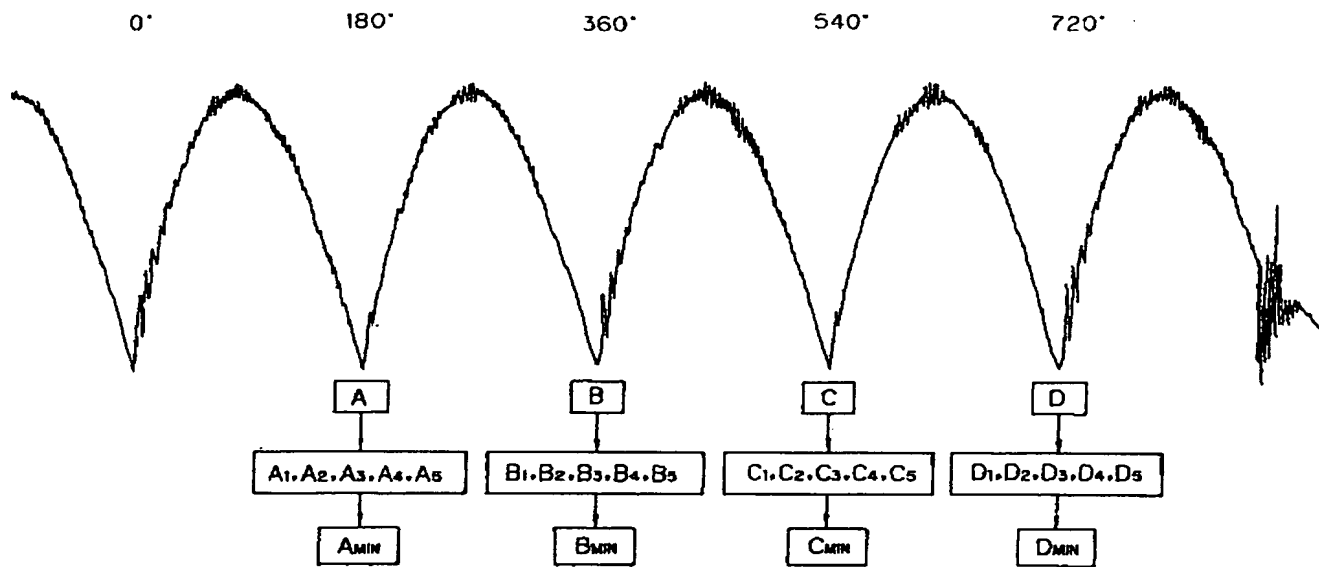
【第2図】



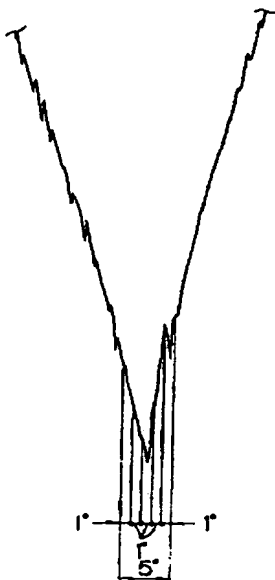
【第3図】



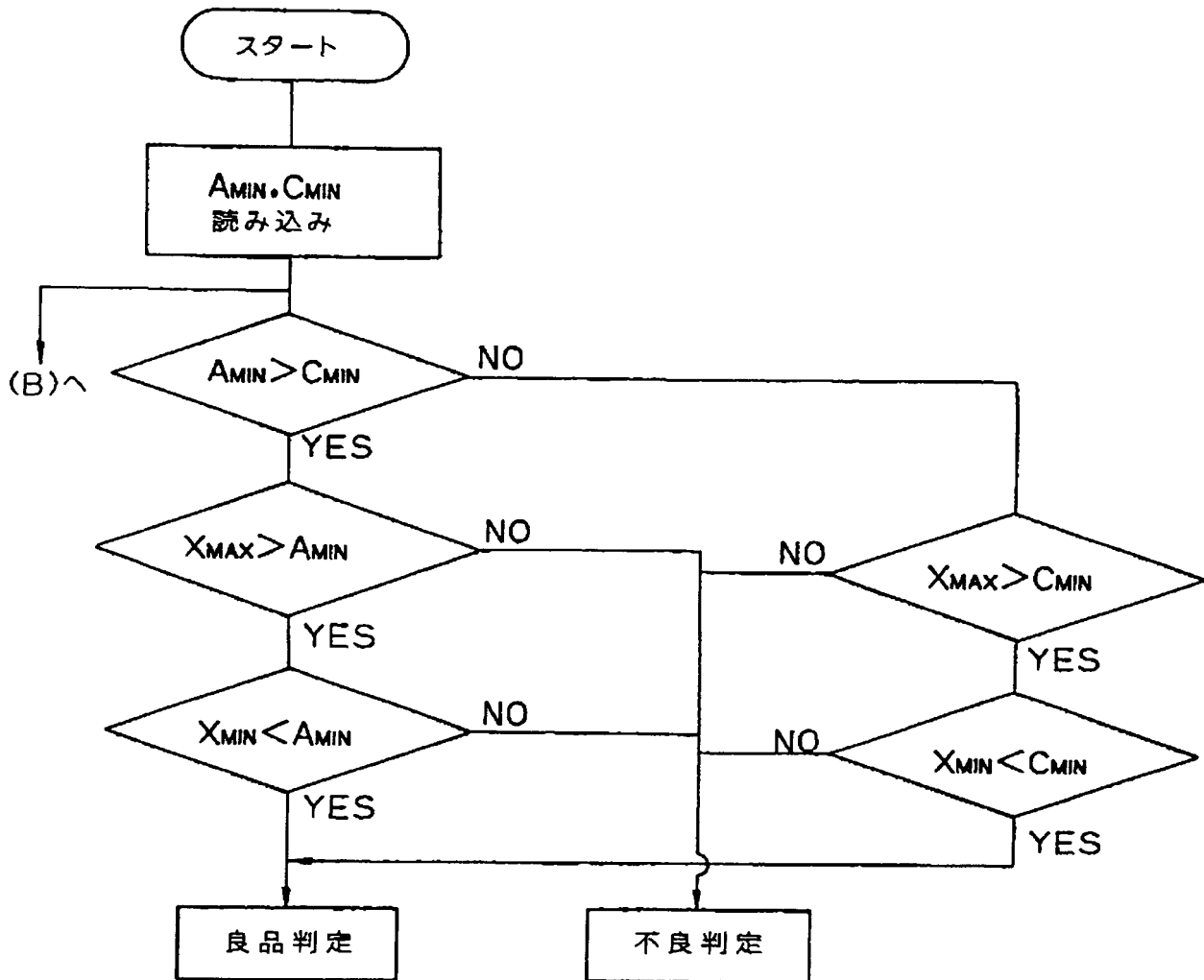
【第4図】



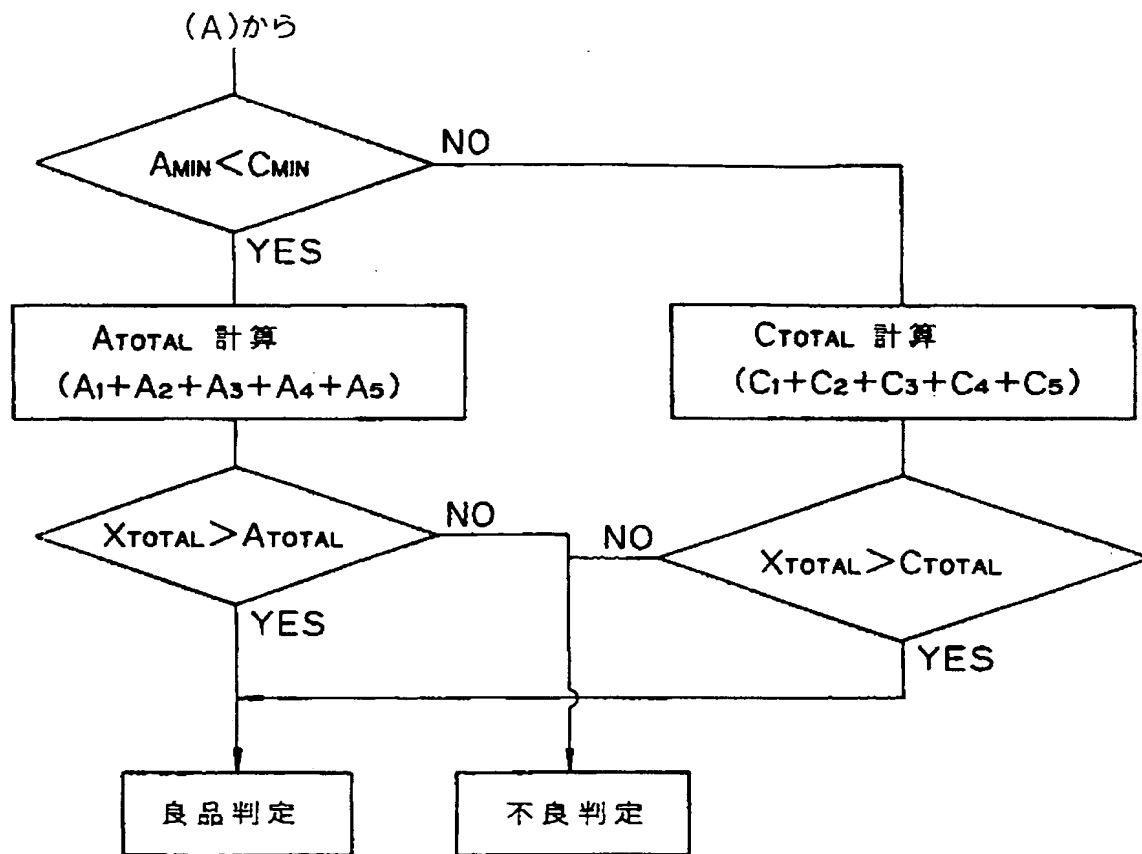
【第5図】



【第 6 図 (A)】



【第 6 図 ( B )】



THIS PAGE BLANK (USPTO)



\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

(57) [Claim(s)]

[Claim 1] An engine crankshaft is rotated measuring the running torque by predetermined frequency. Divide into the predetermined minute angle-of-rotation range the predetermined include-angle range containing angle of rotation of said crankshaft with which measurement torque value serves as min, and each minute angle-of-rotation range is asked for the average of \*\*\* measurement torque. The condition inspection approach with an engine group characterized by integrating the average of the \*\*\* aforementioned minute angle-of-rotation range in said predetermined include-angle range, and comparing this integrated value with an addition reference value while comparing the minimum thing in the average with a pull-up-torque reference value.

[Claim 2] Said predetermined include-angle range is the condition inspection approach with an engine group according to claim 1 characterized by including the include angle of said crankshaft in case a piston is in a top dead center or a bottom dead point.

---

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Industrial Application]

This invention relates to the condition inspection approach with an engine group of inspecting the attachment condition of a \*\*\* motor nervous system in the engine in the middle of assembly.

[Description of the Prior Art]

If dust, such as cut waste, is bit into the sliding parts between a crankshaft and journal metal etc. between the crank pins of a connecting rod, a piston pin, and a crankshaft on the occasion of the assembly of the engine of a car, since it will become the cause of nonconformities, such as printing, where these are attached, it is necessary to carry out check inspection.

Conventionally, although it is dependent on the organoleptic test which the skilled operator makes rotate a crankshaft by hand, and senses that rotational resistance sensuous, this check inspection activity While an activity takes skill at this, since it is inefficient, in current After attaching the components of motor nervous systems, such as a crankshaft, a connecting rod, and a piston, to a cylinder block, The method of checking the existence of abnormalities is taken by rotating a crankshaft, measuring that running torque and comparing the maximum and the minimum value of this measured revolution torque value with the maximum reference value and minimal-basis semi-value which were able to define each beforehand.

however — the organoleptic test according [ inspection precision since the running torque of the crankshaft in the condition of having been attached to \*\* et al. and a piston originates in BIBIRI of the piston ring accompanying a revolution etc., and its fluctuation is large, therefore fluctuation of the maximum and the minimum value is also large ] to an operator — it should also reach — it was what that is not is very lacking in dependability.

[Objects of the Invention]

This invention aims at offer of the condition inspection approach with an engine group that reliable inspection can be conducted based on measurement torque value, in view of the situation like the above.

[Elements of the Invention]

for this reason, by the condition inspection approach with an engine group concerning this invention An engine crankshaft is rotated measuring the running torque by predetermined frequency. Divide into the predetermined minute angle-of-rotation range the predetermined include-angle range containing angle of rotation of the crankshaft with which this measurement torque value serves as min, and each minute angle-of-rotation range is asked for the average of \*\*\* measurement torque. While comparing the minimum thing in the average with a pull-up-torque reference value, the average of the \*\*\* minute angle-of-rotation range is integrated in the predetermined include-angle range, and it is characterized by comparing this integrated value with an addition reference value.

While being able to acquire the substantial stable torque value which eliminated the effect of the noise which originates in BIBIRI of the piston ring etc. by equalizing \*\*\* measurement torque in the minute angle-of-rotation range according to this, the judgment which also considered the rate of change of torque value can be performed by integrating the average of the minute angle-of-rotation range of predetermined include-angle within the limits, and comparing with an addition reference value. That is, it can judge from both sides of the rate of change of the absolute value of the peak of torque value, and torque value, and reliable stable inspection can be conducted.

[Example]

Hereafter, the example of this invention is explained based on a drawing.

The test equipment 10 for inspecting an engine condition with a group using the condition inspection approach with an engine group concerning this invention is shown in drawing 1 .

It has DC motor 13 which is a driving source, the torque transducer 11 as a torque detection means, and the rotary encoder 12 with Z phase, and is constituted, crankshaft 1A of an engine 1 and DC motor 13 are connected with the gear train through the torque transducer 11, and graphic display test equipment 10 can measure now the running torque of the crankshaft by DC motor 13 corresponding to the angle of rotation measured by the rotary encoder 12.

The measurement torque value by the torque transducer 11 and the measurement angle of rotation by the rotary encoder 12 are constituted so that it may judge in the judgment section 22 as compared with a reference value, while it is inputted into the control unit 20 equipped with CPU and data processing is carried out by the operation part 21 in this control unit 20.

Hereafter, the approach is explained by making into an example the case where the engine 1 of a serial 4-cylinder is inspected using the test equipment 10 concerned.

If revolution actuation of the crankshaft of the engine 1 of a serial 4-cylinder is carried out with constant speed and the torque is measured, the torque value over the angle of rotation will draw the curve which shows a low value every 180 degrees, as shown in drawing 2 (A) which is the graph which took torque value along the axis of ordinate, while taking angle of rotation of a crankshaft along an axis of abscissa. In addition, it is in the condition which has 0 degree of pistons 1P and 4P of the cylinder of No. 1 and No. 4 in a top dead center, and has piston 2P of the cylinder of No. 2 and No. 3, and 3P in a bottom dead point.

When the running torque of a crankshaft serves as max at the include angle from which a place with the most sufficient effectiveness from which the rotation when this carries out revolution actuation of the crankshaft is changed into rectilinear motion (reciprocating motion of a piston), i.e., a connecting rod, serves as a tangential direction of the circumference orbital circle of a crank pin and a piston is in a top dead center thru/or a bottom dead point, the effectiveness which changes rotation into rectilinear motion is based on the worst (a piston is not driven in the dead point) therefore thing that torque becomes the lowest. Although the graph of the relation between angle of rotation of \*\*\*\*\* and the passing speed of a piston is shown in drawing 3 at the time of a fixed-speed revolution of a crankshaft, it is confirmed by the experiment that the size of the passing speed of this piston and the change in torque value are in agreement.

In a serial 4-cylinder, while piston 2P of the pistons 1P and 4P of the cylinder of No. 1 and No. 4 and the cylinder of No. 2 and No. 3 and 3P are in the completely same respectively physical relationship, according to the angle of rotation of a crankshaft, phases differ and about 180 degrees of both are stationed.

If the torque value measured changes also with migration directions of a piston by the difference in the sliding friction resulting from the configuration of the piston ring here (a sliding friction has little direction in the case of compression and an exhaust air process), therefore it thinks according to the migration direction of a piston. Only in the case of the pistons 1P and 4P of the cylinder of No. 1 or 4, torque value becomes drawing 2 (B) as [ show / the case of only piston 2P of the cylinder of No. 2 or 3 and 3P / in drawing 2 (C) / , respectively ], and, as for the above-mentioned drawing 2 (A), these both are compounded. In addition, although the same torque curve as abbreviation is obtained in a cycle of 180 degree as a result, the same curve does not consist of a difference of the physical relationship of a crankshaft and a piston at all.

Now, between the crank pins of a connecting rod, a piston pin, and a crankshaft, when biting dust, such as cut waste, into the sliding parts between a crankshaft and journal metal etc., naturally, it originates in this and torque value becomes large here.

Therefore, although the existence of abnormalities can be checked by comparing the minimum value of torque with a reference value, the torque value measured as location survey data were shown in drawing 4 has large fluctuation, in having compared the peak value simply, a high inspection precision cannot be desired but the dependability is low [ precision ]. In addition, the graph which shows torque change of the 4th graphic display makes a cylinder block rotate the crankshaft for the engine of the serial four cylinder in the condition of having attached the crankshaft, the connecting rod, and the piston, by 20rpm, and measures and obtains the running torque for every ms.

Then, as the predetermined include-angle range made into the measuring object is shown in drawing 5, the torque value which is in a solution considers as the range of 5 degrees centering on angle of rotation (180-degree spacing) which shows the minimum value beforehand, and angle of rotation from which the physical relationship of a piston will be in the completely same condition about measuring object angle of rotation is further measured as two or more places.

That is, in the case of the serial four cylinder of this example, it measures at least, for example in four places (:180 degree shown in the 5th drawing 5 drawing by A, B, C, and D and 540 degrees are the times of Pistons 1P and 4P being top dead centers, and 360 degrees and 720 degrees are the times of piston 2P and 3P being top dead centers), 180 degrees, 360 degrees, 540 degrees, and 720 degrees.

To each angle of rotation, \*\*\*\* measuring range (5 degrees) is further divided into 1 degree at a time as predetermined minute angle-of-rotation range, and then computes the average of \*\*\*\* running torque in this 1 degree.

Consequently, five average torque value (A1 - A5, B1 - B5, C1-C5, and D1-D5 show respectively in drawing 4 ) for every degree is acquired for every measurement include angle, respectively.

Next, using this average torque value in every degree, as that flow chart is shown in drawing 6 (A) and (B), two steps of judgments are performed.

[Judgment I]

First, as compared with MIN upper limit criterion value: XMAX which was able to define the value of the larger one of these for the thing of inner min (AMIN, BMIN, CMIN, DMIN) of five average torque value for every measurement include angle beforehand as compared with the thing of other include angles of these conditions (AMIN, CMIN and BMIN, and DMIN), when it is over this, it judges as a defect (those with abnormalities) (when large). Moreover, as compared with decrease criterion value of MIN minimum: XMIN which was able to define beforehand the value of the smaller one as a result of a comparison, also when this is over the criterion value, it judges as those with abnormalities (when small).

That is, 180 degrees which has the pistons 1P and 4P of a No. 1 or 4 cylinder in a top dead center, and 540 degrees compare each minimum average, 360 degrees which has piston 2P of a No. 2 or 3 cylinder and 3P in a top dead center, and 720 degrees compare each minimum average, each size is decided, and a quality judging is performed as compared with a criterion value, respectively.

That is, the judgment stabilized in a high precision can be performed here by regarding the minimum value of the

average torque value within the limits of 1 degree as predetermined minute angle-of-rotation range as the peak value of the substantial minimum torque which removed the noise component, succeeding in it, and comparing this with a reference value. Moreover, by comparing with a reference value, after a piston location compares with \*\*\*\* measured value at other measuring points of these conditions, it can respond, even when there is incorrect detection resulting from the case where there is periodicity unusually, or test equipment, and the dependability of inspection improves.

In addition, the reason judged as those with abnormalities also when a pull-up-torque value is smaller than the decrease criterion value of a MIN minimum is that it can consider a failure of components (journal metal, piston ring, etc.) to attach.

#### [Judgment II]

Next, angle of rotation which includes the torque value in comparison with the decrease criterion value of a MIN minimum by the above-mentioned judgment I (That is, the thing of inner min of \*\*\*\* average torque value to measurement angle of rotation) It compares with addition reference-value:XTOTAL which added all of the average torque value of five \*\*\*\* to larger angle of rotation than the thing of inner min of the average torque value of other measurement angle of rotation of these conditions, and was able to define beforehand this value (for example,  $A1+A2+A3+A4+A5=ATOTAL$ ). This addition reference value: In being larger than XTOTAL, it performs a defect judging.

That is, according to this, by carrying out the comparison test of the integrated value of the average torque value from which the \*\*\*\* noise component was removed at predetermined include-angle within the limits to a reference value, the rate of change of \*\*\*\* torque value can be substantially compared with the within the limits concerned, and only the comparisons of the absolute value of mere peak value differ, and can perform a very reliable judgment. In addition, although torque value compares \*\*\*\* torque value with a reference value in the above-mentioned example at the angular position of the crankshaft in which the minimum value is shown, \*\*\*\* torque value may be similarly compared with the maximum reference value at the angular position of the crankshaft which torque value shows maximum in addition to this, then it can accomplish with a more reliable inspection. Moreover, although it is the example which the example made 5 degrees the predetermined include-angle range made into the measuring object, and made 1 degree the predetermined minute angle-of-rotation range, it is not limited to this.

Furthermore, although the example of the engine of a serial four cylinder explained in the example, of course, it can be adapted also for the engine of other types, such as a serial of 6 cylinders.

#### [Effect of the Invention]

While comparing the absolute value of a peak using the average which removed the noise according to the condition inspection approach with an engine group concerning this invention like the above, by integrating the average and comparing with a reference value at predetermined within the limits, the rate of change of torque value will be compared in approximation, and inspection with very high degree of accuracy and dependability is attained.

---

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

The outline block diagram of the test equipment which uses drawing 1 for the condition inspection approach with an engine group concerning this invention, The graph which shows torque value fluctuation of as opposed to the angle of rotation of the crankshaft of a serial four-cylinder engine in drawing 2 (A), the graph which shows the torque value fluctuation to the angle of rotation of the crankshaft with which (B) considered only as No. 1 and a No. 4 cylinder, and (C) No. 1 And the graph which shows the torque value fluctuation to the angle of rotation of the crankshaft used only as the No. 4 cylinder, The graph with which drawing 3 shows the relation between angle of rotation of \*\*\*\*\*, and the passing speed of a piston at the time of a fixed-speed revolution of a crankshaft, The flow chart which the graph with which drawing 4 shows torque measured value, drawing showing the predetermined include-angle range of a crankshaft and the predetermined minute angle-of-rotation range, and drawing 6 (A) require for Judgment I, and (B) are the flow charts concerning Judgment II. [ as opposed to a torque curve in drawing 5 ]  
1 [ — A torque transducer, 12 / — A rotary encoder, 13 / — A DC motor, 20 / — A control unit, 21 / — Operation part, 22 / — Judgment section ] — An engine, 1A — A crankshaft, 10 — Test equipment, 11

---

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)



## \* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

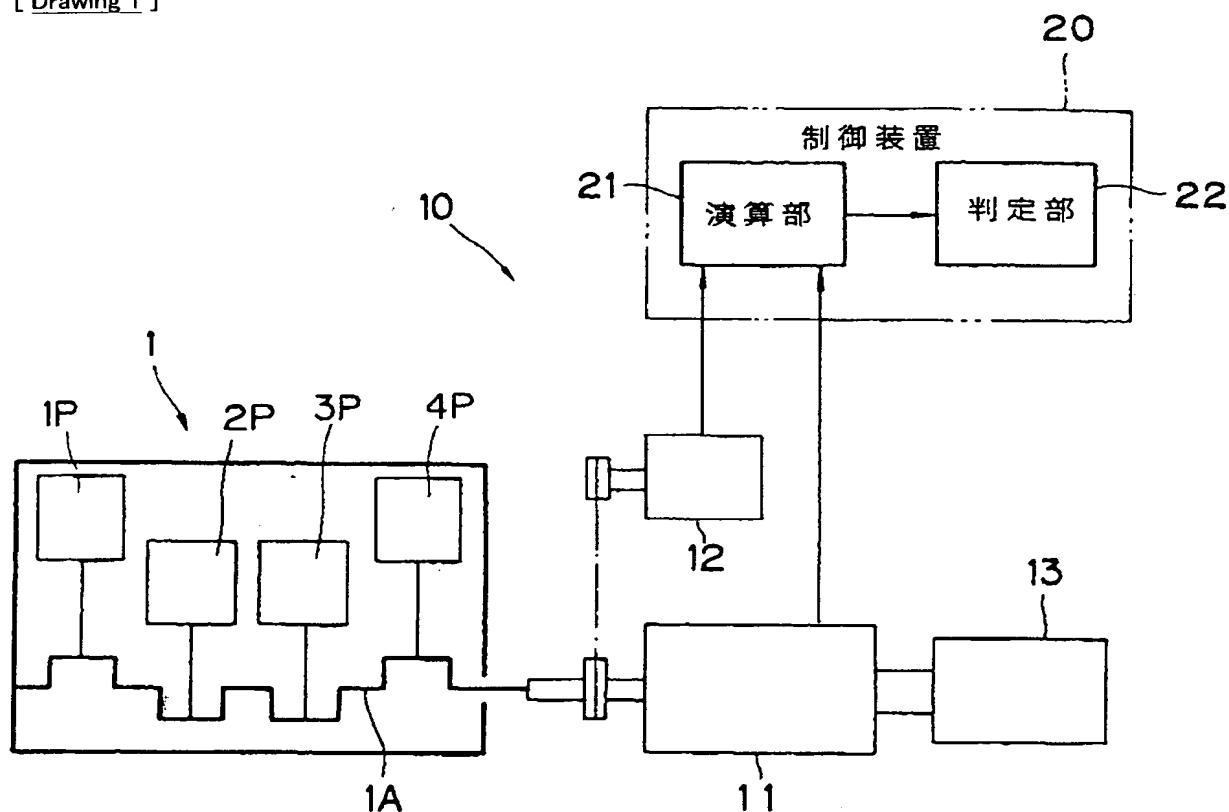
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

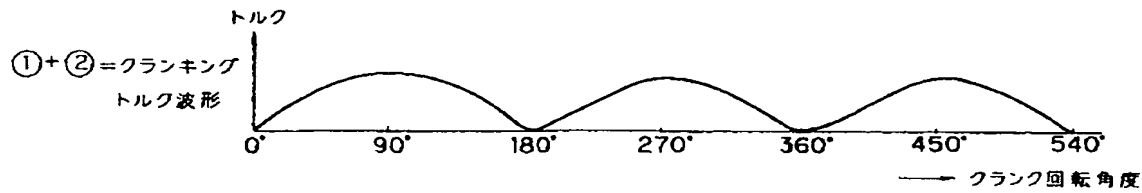
## DRAWINGS

[ Drawing 1 ]

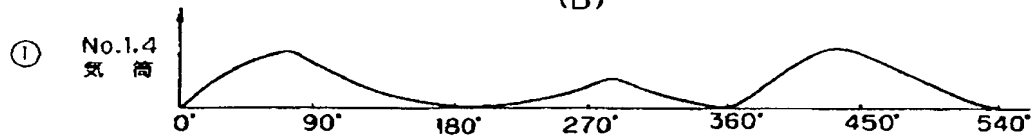


[ Drawing 2 ]

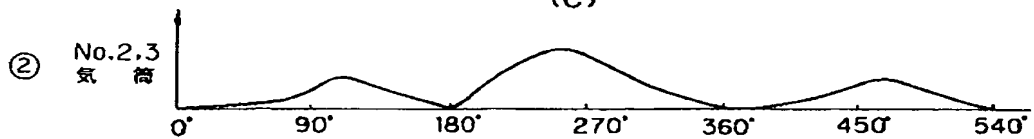
(A)



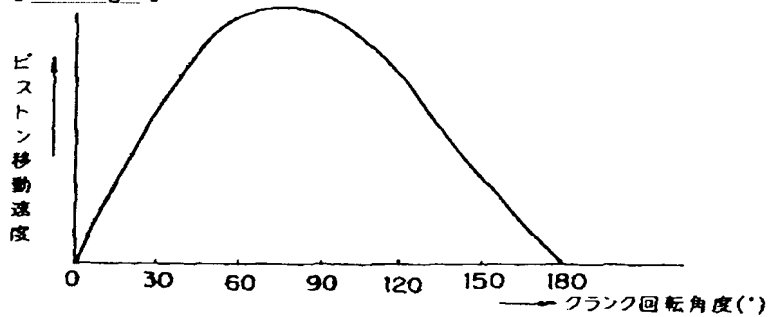
(B)



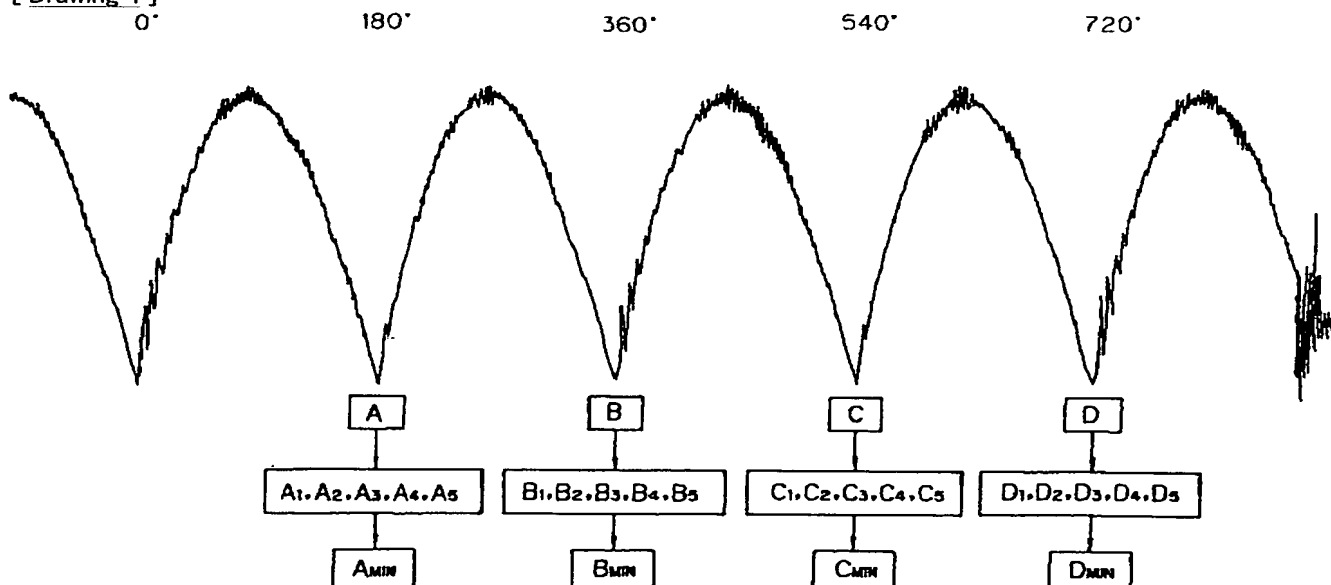
(C)



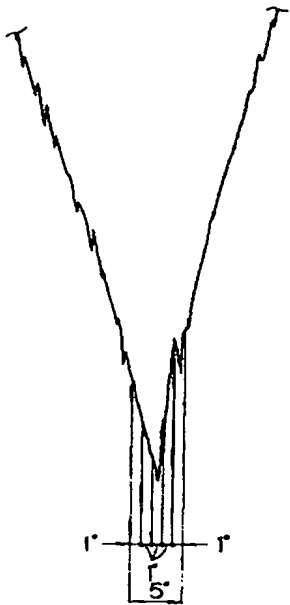
[ Drawing 3 ]



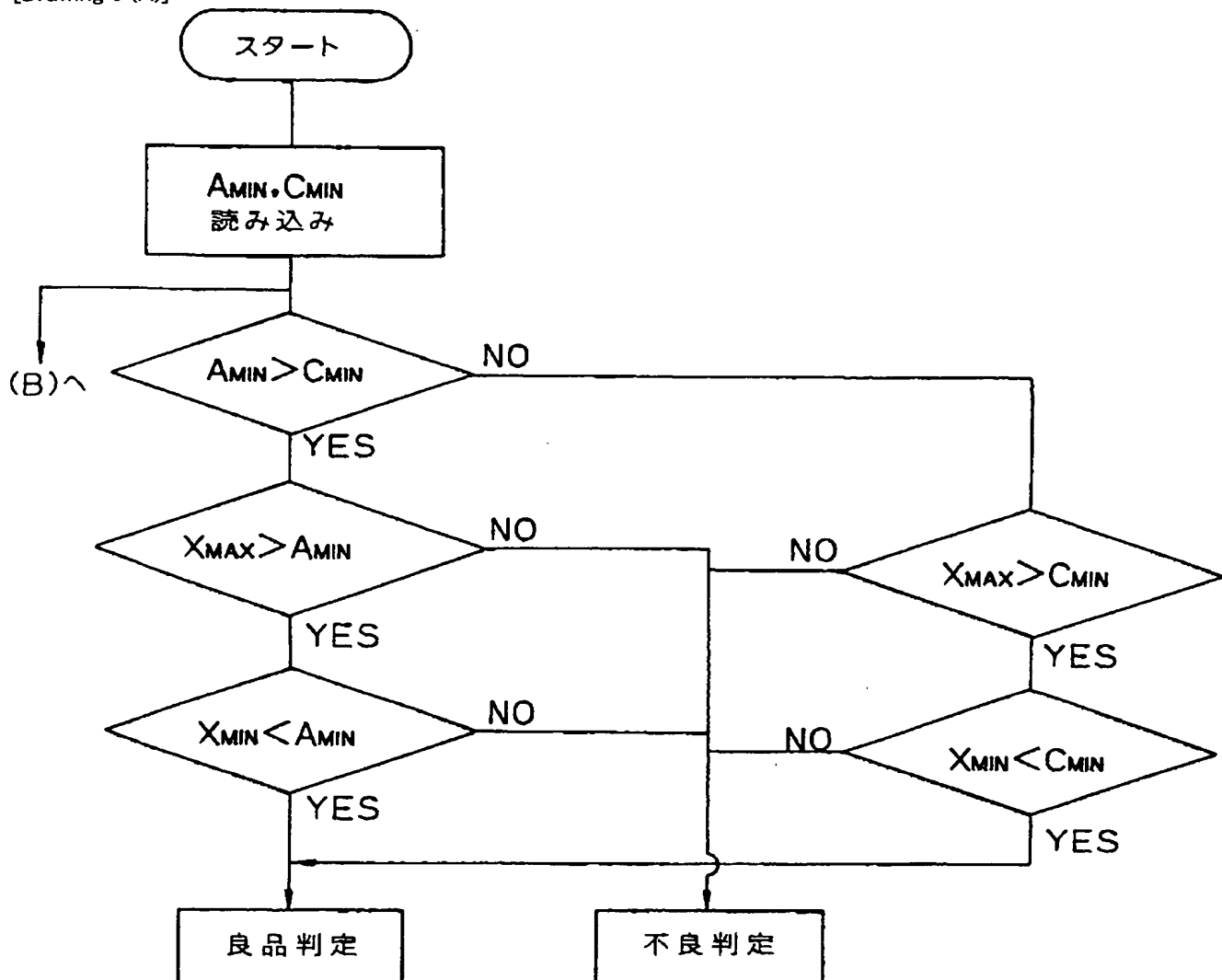
[ Drawing 4 ]



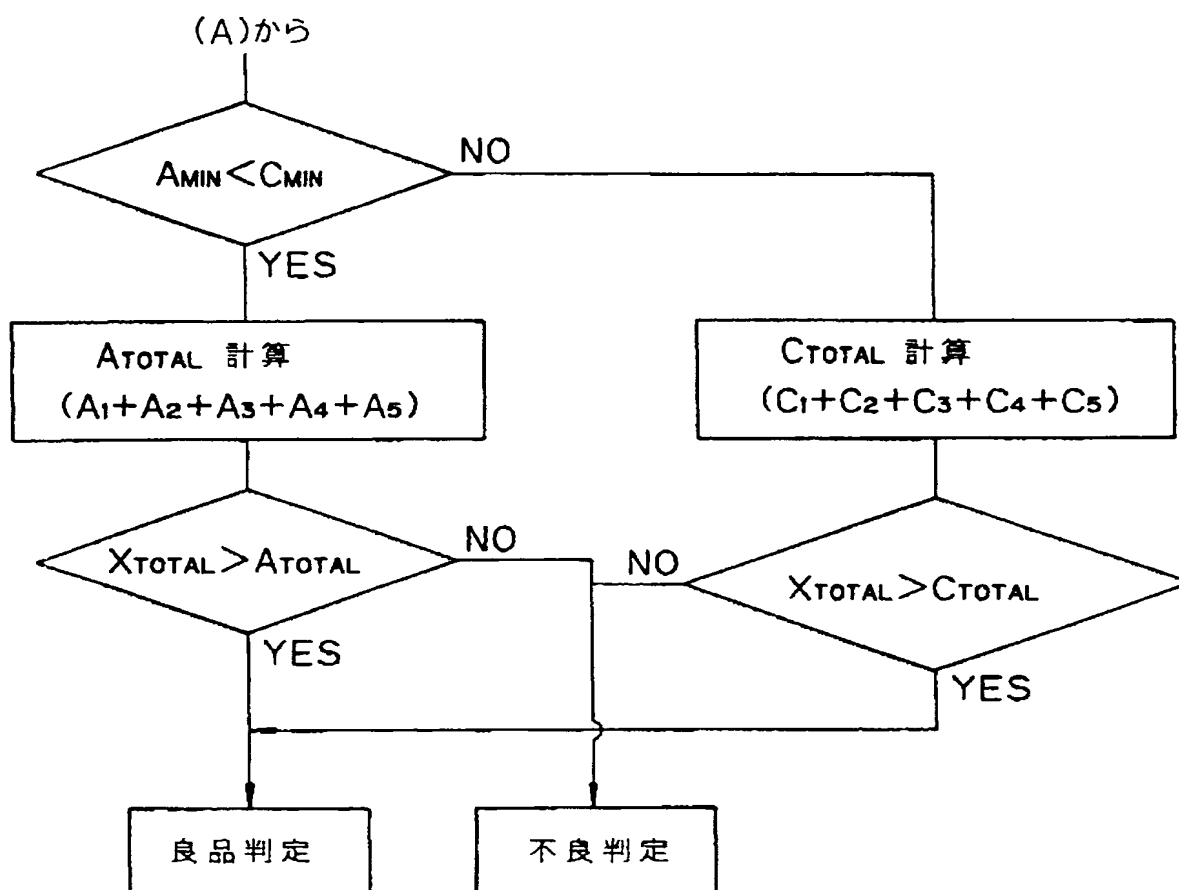
[ Drawing 5 ]



[Drawing 6 (A)]



[Drawing 6 (B)]



[Translation done.]